



PATENT  
2019-0237P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Wei-Hong WANG Conf.:

Appl. No.: 10/757,463 Group:

Filed: January 15, 2004 Examiner: UNASSIGNED

For: FLUORESCENT LAMP DEVICE CAPABLE OF  
CLEANING AIR

ASSERTION OF SMALL ENTITY STATUS

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

February 9, 2004

Sir:

The above-identified application qualifies for small entity status. This written assertion of small entity status should satisfy the requirements of 37 C.F.R. § 1.27.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fees required under 37 C.F.R. § 1.16 or under 37 C.F.R. § 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By Joe McKinney Muncy  
Joe McKinney Muncy, #32,334

P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

KM/mlr  
2019-0237P

Attachment(s)

(Rev. 09/30/03)



PATENT  
2019-0237P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Wei-Hong WANG Conf.:  
Appl. No.: 10/757,463 Group:  
Filed: January 15, 2004 Examiner: UNASSIGNED  
For: FLUORESCENT LAMP DEVICE CAPABLE OF  
CLEANING AIR

L E T T E R

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

February 9, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

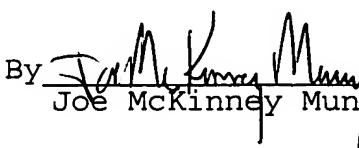
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
TAIWAN	92113409	May 16, 2003

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

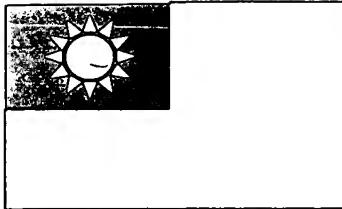
By   
Joe McKinney Muncy, #32,334

P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

KM/mlr  
2019-0237P

Attachment(s)

(Rev. 09/30/03)



10/757463  
Wei-Hong WANG  
FLUORESCENT LAMP DEVICE...

Filed: Jan. 15, 2004  
Birch, Stewart, Kobach &  
(703) 205-8000 Birch

# 中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 05 月 16 日  
Application Date

申請案號：092113409  
Application No.

申請人：國防部中山科學研究院  
Applicant(s)

局長  
Director General



發文日期：西元 2004 年 1 月 16 日  
Issue Date

發文字號：  
Serial No. 09320054370

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

※ 申請日期：

※IPC 分類：

壹、發明名稱：(中文/英文)

光觸媒空氣清淨螢光燈

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國防部中山科學研究院

代表人：(中文/英文) 劉金陵

住居所或營業所地址：(中文/英文)

桃園縣龍潭鄉佳安村中山路 2 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

參、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

王偉洪

住居所地址：(中文/英文)

桃園縣桃園市復興路 367 巷 34 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

## 肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

## 伍、中文發明摘要：

本發明是採用光觸媒奈米結晶微粒溶膠，於玻璃纖維布或套管上進行光觸媒鍍膜，再將此玻璃纖維布或套管包覆於日光燈管外，當螢光燈點亮後，用於照明同時利用螢光燈之光源照射在光觸媒鍍膜，產生電子洞對，進行光觸媒反應清淨空氣。

## 陸、英文發明摘要：

The air cleaning fluorescent lamp is designed and prepared by coating the photocatalysis materials made by sol-gel techniques on glass-fiber-cloth or sleeve, then wrapping cloth or wearing this sleeve on a fluorescent lamp. When light the lamp, the white light radiates on the surface of photocatalysis materials to generate free electron and electron hole pairs that will activate the decomposition of the waste gas.

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第七圖A。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

直管式螢光燈 11

光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布 41

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 玖、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是採用溶凝膠鍍膜技術，於玻璃纖維布或套管上進行光觸媒鍍膜，再將此玻璃纖維布或套管包覆於日光燈管外，當螢光燈點亮用於照明時，利用螢光燈之光源照射在鍍膜，產生電子洞對，在空氣中分解空氣中廢氣。

光觸媒鍍膜主要採用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米結晶微粒溶膠，配合其它成份包括  $WO_3$ 、 $ZnO$ 、 $SnO_2$  及  $Fe_2O_3$  製得具光觸媒鍍膜用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠，為提高光觸媒分解能力，可添加貴金屬  $Au$ 、 $Pd$ 、 $Pt$  或  $Ag$  等，或過渡金屬氧化物  $Mo$ 、 $Nb$ 、 $V$ 、 $Ce$  或  $Cr$  等成份，進行二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠於玻璃纖維布或玻璃纖維套管鍍膜，製得光觸媒鍍膜玻璃纖維布或套管，包覆於各式螢光燈管外，製成光觸媒空氣清淨螢光燈。因二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠為奈米結晶微粒，粒徑小於 20 nm，鍍膜具可見光光觸媒功效；被日光燈光源中可見光及少量 365 nm、405nm 近紫外線照射，產生光觸媒作用。用於照明時，同時具有光觸媒空氣清淨之功效，可除臭消煙、殺菌抑菌及自清等用途。採用開放式設置，照明時空氣在日光燈管外以自然對流或強迫對流，各式有機或無機氣體在光觸媒作用下氧化還原成無害之  $CO_2$ 、 $H_2O$  等無害之氣體。

### 【先前技術】

溶凝膠技術目前正受科技先進國家重視，其主要原因

在傳統化學及物理技術發展遇到瓶頸時，尤其在無機材料以傳統技術已不能滿足需求時，特別是多成份特殊結構之材料，無法在傳統熱融法、沉澱法製得之材料，加上傳統蒸鍍技術無法在不規則曲面鍍膜。溶凝膠鍍膜很容易製得金屬氧化物鍍膜，而觸媒鍍膜又需多孔性之結晶微粒鍍膜，正是溶凝膠鍍膜之特性，因此溶凝膠鍍膜技術在二十世紀末為最熱門之研發技術之一。

採用溶凝膠製備觸媒近期亦受化工業重視，其中以光觸媒技術最受重視，包括早期開發光觸媒粉體用於廢水處理有 Robat A. Clyde、美國專利 4,446,236；Robat E. Hetrick, Ford Motor Company, 美國專利 4,544,470；Yoshiaki Harada et al., Osaka gas company, 美國專利 4,699,720；Tomoji Kawai, et al, Nomura Micro Science Co., 美國專利 4,863,608；David G. Ritchie, 美國專利 5,069,885；Gerald Cooper, et al., Photo Catalytics Inc., 美國專利 5,116,582, 5,118,422, 5,174,877, 5,294,315；Adam Heller, et al., Board of Regents, The University of Texas System, 美國專利 5,256,616；Ali Safarzede-Amiri, Cryptonics Corporation, 美國專利 5,266,214；Fausto Miano & Borgarello, Eniricerche S. P. A., 美國專利 5,275,714；Nancy S., Fooster et al., Regents of the University of Colorado, 美國專利 5,332,508；Ivan Wlassics et al., Ausimont S.P.A., 美國專利 5,382,337；Paul C. Melanson & James A. Valdez, Anatol Corporation, 美

國專利 5,395,522 ; Henry G. Peebles III et al., American Energy Technology, Inc., 美國專利 5,449,466 ; Brian E. Butters & Anthony L. Powell, Purific Environmental Technologies Inc., 美國專利 5,462,674、5,554,300、5,589,078 ; Yin Zhang. et al., Board of Control of Michigan Technology University, 美國專利 5,501,801 ; Clovis A. Linkous, University of Central Florida, 美國專利 5,518,801 ; Clovis A. Linkous, University of Central Florida, 美國專利 5,518,992 ; Eiji Normura & Tokuo Saita, Ishihara Sanyo Kaisha Ltd., 美國專利 5,541,096 。

前述這些美國專利主要用於水處理，且觸媒為顆粒狀，需有過濾回收裝置，最重要光觸媒作用需有足夠的水中溶氧，若水中溶氧不足尚需通入空氣，以達成光觸媒分解時所需氧分子。

其後亦有利用光觸媒為廢氣處理，如 Gregory B. Roupp & Lynette A. Dibble, Arizona State University, 美國專利 5,045,288 ; Jeffrey G. Sczechowski et al., The University of Colorado, 美國專利 5,439,652 ; William A. Jacoby & Daniel M. Blake, 美國專利 5,449,443 ; Zhenyu Zhang & James R. Fehlner, Inrad, 美國專利 5,468,699 ; Franz D. Oeste. Olga Dietrich Neeleye 美國專利 5,480,524 。

上述專利原出自於廢氣處理，故基本上在一密閉反應

器內，不論是顆粒觸媒或鍍膜觸媒顆粒在使用或操作時都需要複雜的設備來處理。

在上述缺點使得光觸媒都無法有效清淨居住環境空氣，而採用纖維為光觸媒鍍膜載體配合包覆於紫外燈管外之廢水廢氣處理光觸媒反應器有 Michael K. Robertson & Robert B Henderson, Nutech Energy Systems Inc., 美國專利 4,982,712，因其反應器為密閉型，流體流動須借泵浦強迫對流，故在實際使用時不方便。因此我們亦開發在紫外燈管外，包覆光觸媒鍍膜玻璃纖維布或套管，提高光觸媒清淨空氣效率 10 倍獲得美國專利 6,135,838 及 6,336,998。因紫外燈非用於照明，故其用途著重於空氣清淨、水質淨化、殺菌抑菌及廢氣廢水處理，具有良好光觸媒功效。

因奈米材料技術不斷進步，光觸媒材料製備技術亦大幅改進，不但大幅提高光觸媒效率，更因  $TiO_2$  Anatase 奈米結晶微粒材料製備技術改進，製得可見光光觸媒材料。在各式螢光燈管外進行光觸媒加工，不但可用於照明亦可清淨空氣。因此有 Hiroshi Taoda and Watanabe 美國專利 5,650,126 及 5,670,206； Ichikawa Shinichi, Furukawa Yashinori, Azuhata Shigeru 美國專利 6,024,929，因其皆採用非結晶態之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠進行螢光燈鍍膜，需經 500°C 左右燒結得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)結構。經高溫燒結之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)膜層結構緊密，但因光源由光觸媒背面照出，與光觸媒作用產生之電子洞對需遷移到表

面，才能與空氣接觸進行空氣清淨之作用，但因電子洞對遷移過程中，大部份又結合無法進行光觸媒作用。又因二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)膜層結構緊密、孔隙度低及孔徑小，空氣中有機氣體及無機氣體無法有效於光觸媒鍍膜中擴散。加上直接在燈管上鍍膜，光觸媒量及表面積較小，使光觸媒空氣清淨能力弱等缺點。

Akira Kawakatsu and Kanagawa-ken 美國專利 6,242,862 B1，採用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米微粒粉體分散於含醇類溶劑中，因其二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米微粉是經高溫燒結製得，雖經醇溶劑分散，微粒表面—OH 氢氧基很少，於螢光燈管表面鍍膜附著性差。故需再添加無機膠合劑如 Silane coupling Agent 砂烷偶合劑、 $SiO_2$  溶膠、 $TiO_2$  溶膠或  $Al_2O_3$  溶膠等，製得之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米微粉分散混成漿液或溶膠，進行日光燈鍍膜。添加各式無機膠合劑都會將光觸媒表面部份或全部覆蓋，因而降低空氣、水氣及空氣中有機氣體或無機氣體與光觸媒材料接觸機會，使得光觸媒鍍膜日光燈空氣清淨之功效大幅降低。該專利為提高二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米微粉鍍膜附著性，在日光燈管表面進行複雜之非平滑或坎孔式覆膜前製程，再於坎孔中以二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米微粉之分散混成漿液或溶膠填孔式覆膜，如此更降低光觸媒鍍膜日光燈空氣清淨之功效。

### 【發明內容】

故本發明開發在溶液中製備二氧化鈦銳鈦礦

( $TiO_2$  Anatase)結晶微粒溶膠，該微粒粒徑 $<20nm$ 。因二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠是在以水為主之溶液中製得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米結晶微粒，表面皆為 $-OH$ 氫氧基，表面活性極高。使用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠鍍膜，祇需經低溫( $100\sim 250^\circ C$ )烘烤，去除有機溶劑及有機添加劑，即可得奈米多孔之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)堅固鍍膜。因二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠粒徑 $<20nm$ ，其初級粒子達 $1.0nm$ 等級，由於奈米材料之特性，使得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)在可見光範圍內都具光觸媒效果。且因不需高溫燒結，得奈米多孔之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)鍍膜，可供空氣及有機或無機氣體擴散到光觸媒鍍膜內部，更接近光源照射光觸媒鍍膜背面。或使燈管內部受光照射產生電子洞對，可有效遷移到光觸媒鍍膜表面，提高光觸媒分解廢氣、清淨空氣及殺菌抑菌之功效。

上項開發之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠鍍膜日光燈，基本是靠二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)粒徑進入奈米等級後，光觸媒作用產生量子化，降低導電能階與反應物能階間活化能，此活化能最高可達 $0.8eV$ ，因粒徑小其活化能可小於 $0.5eV$ ，如此減低 $0.3eV$ 活化能，使原 $385nm$ 紫外線才可作用之光觸媒在 $425nm$ 可見光下即可產生光觸媒作用，預期最低可在 $512nm$ 可見光下產生光觸媒

作用。

本發明光觸媒空氣清淨日光燈，是在玻璃纖維布及套管進行二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)光觸媒溶膠鍍膜，經過150~250°C烘烤，再包覆或穿套在燈管外，製得光觸媒空氣清淨螢光燈。因玻璃纖維布及套管表面積遠大於螢光燈管表面積，可大幅增加二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)光觸媒鍍膜表面積10倍以上。又因玻璃纖維布及套管之玻璃纖維空隙遠較光觸媒鍍膜孔隙大，大幅提高空氣及空氣中有機氣體或無機氣體與光觸媒鍍膜表面接觸機率及擴散效率。再因從日光燈發出之光線照在光觸媒表面，與空氣及空氣中有機氣體或無機氣體接觸光觸媒方向相同，更加強光觸媒作用之效率。在採用玻璃材質之纖維布及套管對螢光燈發出之光線不吸收，不會降低各式螢光燈照明顯度。本案前提出廢氣處理紫外燈，採用玻璃纖維布及套管進行光觸媒溶膠鍍膜，再包覆或套於紫外燈管外製得廢氣處理紫外燈，獲得美國專利6,135,838及6,336,998 B1。因二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)結晶微粒溶膠之開發成功，該微粒粒徑<20nm。用於玻璃纖維布及套管進行光觸媒溶膠鍍膜，再包覆或套於各式螢光燈管外製得光觸媒空氣清淨螢光燈，經實驗室測試，其功效較美國專利5,650,126、5670,206、6,024,929及6,242,862 B1強，其照明功能不減，用於照明並可清淨空氣，故提出本發明專利申請。

以下之說明將進一步闡明光觸媒空氣清淨螢光燈之各種特性。

本發明係利用螢光燈光源中少量365nm及405nm近紫外線及部份藍光，照射在光觸媒上，可產生自由電子洞對，進行光觸媒反應對空氣中有害氣體(有機或無機)進行不斷的氧化還原反應，生成無害物質如(H<sub>2</sub>O或CO<sub>2</sub>)等氣體。而本發明之光觸媒空氣清淨螢光燈，祇要在螢光燈管座上換上光觸媒空氣清淨螢光燈，在點燈時即可將空氣中有害廢氣分解為無害氣體，處處可裝設且經濟方便。

光觸媒作用僅在光直接正面照射最有效，背部照射效果差，其原因當光照射光觸媒表面產生電子洞對時若未與氧氣及待反應物結合，則此反應無法進行，電子洞對(electron hole pairs)在極短時間(微秒)又結合放出熱能。然光觸媒可在鍍膜結構中加入貴金屬Pd、Pt、Au及Ag等，可降低光觸媒激發能量，使日光燈中近紫外線365nm及405nm或甚至小於藍光480nm之光線照射產生之電子洞對，延長電子洞對反應活性存在時間，提高光源照射效率，進行空氣中廢氣分解。光觸媒反應必需當氧氣、水氣、反應物及觸媒同時存在，配合光源照射產生氧化還原反應。

因光觸媒有效厚度視材料孔隙度大小影響，採用溶膠鍍膜在光穿透之基材表面鍍上一層約1μ有效厚度。光觸媒材料，常採用真空鍍膜、氧化還原鍍膜及水中沉積鍍膜製作。因真空鍍膜大都用於平板表面加工，不符合實用需求，再加上真空鍍膜無法獲得多孔觸媒結構及具光觸媒作用之結晶結構。水中沉積鍍膜是在水溶液中將光觸媒金屬氧化物沉澱在被鍍材表面，但因吸附之觸媒與被鍍材表面

結合力不強，很容易剝落不耐用。氧化還原鍍膜採用鈦金屬或鈦金屬合金，在高溫氧化條件表面形成二氧化鈦薄膜，因其底材為金屬不透光，且其鍍膜表面積不足，光觸媒效率不佳。

本發明採用溶凝膠鍍膜技術在石英或玻璃纖維編織布或套管表面進行光觸媒材料鍍膜，將此纖維布或套管上光觸媒鍍膜材料經低溫燒結成具光觸媒功能之結構，再將此纖維布或套管包覆於螢光燈管外，利用此螢光燈之光源照射鍍膜上，產生電子洞對，分解空氣中廢氣。

本發明採用溶凝膠鍍膜技術，以鈦醇鹽  $Ti(OR)_4$  為主要原料，在溶液中製備二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)結晶微粒溶膠，該微粒粒徑 $<20nm$ 。因二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠是在以水為主之溶液中製得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米結晶微粒，表面皆為—OH 氢氧基，表面活性極高。使用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠鍍膜，祇需經低溫( $100\sim250^{\circ}C$ )烘烤，去除有機溶劑及有機添加劑，即可得奈米多孔之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)堅固鍍膜。因二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠粒徑 $<20nm$ ，其初級粒子達  $1.0nm$  等級。由於奈米材料之特性，使得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)在可見光範圍內都具光觸媒效果。且因不需高溫燒結，得奈米多孔之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)鍍膜，可供空氣及有機或無機氣體擴散到光觸媒鍍膜內部，更接近光源照射光觸媒鍍膜背面。或使燈管內部受光照射產生電子洞對，可有效遷移到光觸媒鍍膜表面，提高光觸媒分解廢氣、清淨空氣

及殺菌抑菌之功效。

其它成份如  $W_0_3$ 、 $ZnO$ 、 $SnO_2$  及  $Fe_2O_3$  奈米微粒或奈米結晶微粒，採用  $W$ 、 $Zn$ 、 $Sn$  及  $Fe$  之有機或無機鹽在醇溶劑中進行溶解，或製成奈米金屬氧化物微粒或結晶微粒，分散於溶劑中是為溶膠。配合鍍膜光觸媒功能添加於二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠中，製得光觸媒鍍膜用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠。採用玻璃纖維編織布或套管進行光觸媒溶膠鍍膜，除增加光觸媒表面積，且可讓空氣中廢氣輕易擴散至光觸媒活性位置。玻璃纖維編織布或套管以一般編織方法製作即可，玻璃纖維線徑  $10\sim100\mu$ ，採用線數  $1\sim10$  支，其空隙度  $100\sim1000$  mesh 皆可，編織後玻璃纖維布或套管可經矽烷偶合劑強化，其它材質如石英亦可。

將玻璃纖維布或套管以批次或連續滾筒浸鍍光觸媒溶膠，控制浸鍍拉昇速度及空氣溼度，在玻璃纖維布或套管表面均勻塗布一層( $0.1\sim1.0\mu$ )之光觸媒鍍膜，鍍膜後之纖維布及套管在空氣中乾燥( $1\sim10$  分)，進入  $150\sim250^\circ C$  烘烤  $10\sim100$  分鐘，即可製得光觸媒鍍膜玻璃纖維布或套管。

若為提高光觸媒鍍膜玻璃纖維布或套管之廢氣處理功效，提高光觸媒光激發電子洞對存留時間，可添加具氧化觸媒之金屬溶液於二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠中，可用之金屬有貴金屬  $Pd$ 、 $Pt$ 、 $Au$  及  $Ag$  之無機鹽、有機金屬或奈米金屬微粒，亦可用過渡金屬  $Fe$ 、 $Mo$ 、 $Nb$ 、 $V$ 、 $Ce$  或  $Cr$  之無機鹽、有機酸鹽或過度金屬氧化物奈米微粒，製得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠。進行

玻璃纖維布或套管二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠鍍膜，或含貴金屬或過渡金屬氧化物二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠鍍膜。亦可將二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠鍍膜玻璃纖維布或套管，浸泡於上述加具氧化觸媒之金屬溶液後取出烘乾即可。該氧化觸媒之貴金屬溶液濃度，以鍍膜後貴金屬附著量為二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)鍍膜之 0.1wt% 以下，否則會產生明顯奈米金屬在可見光下吸收現象，降低螢日光燈照明效果。

使用上述二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠光觸媒鍍膜玻璃纖維布或套管，剪裁所需尺寸包覆於螢光燈管外，剪裁尺寸視螢光燈管長度及包覆層數而定，包覆後使用耐紫外線膠固定，其他以縫接或雷射燒結固定皆可。採用玻璃纖維套管進行光觸媒鍍膜，內徑與日光燈管相當，裁剪所需尺寸直接套於日光燈管上，兩端以熱收縮膠管經熱風收縮固定光觸媒鍍膜玻纖套管於螢光燈上。

本發明採用各式螢光燈，其螢光波長主要為 420~700nm 之可見光，及少量 365nm 及 405nm 近紫外線。為便於可見光盡量穿透光觸媒鍍膜玻璃纖維布及套管，可採用較細及較鬆之玻璃纖維布及套管為基材，進行光觸媒溶膠浸鍍，得均勻透明之光觸媒鍍膜玻璃纖維布及套管，直接包覆於日光燈管上或套於日光燈管上，得空氣清淨日光燈。除直接當照明用，亦可清淨室內空氣。

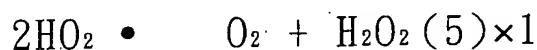
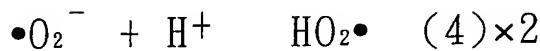
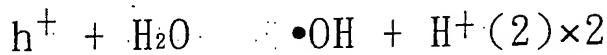
本發明之光觸媒空氣清淨螢光燈，採用開放式安裝，在一般螢光燈安裝座上接上即可使用，因螢光燈管在通電點燈時，除燈管放出可見光用於照明，亦可清淨環境空

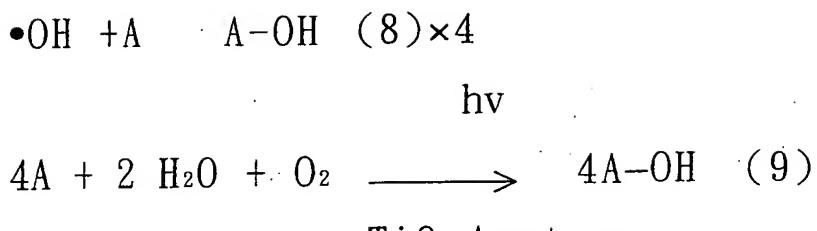
氣，提高空氣品質。當螢光燈點量時，電能轉光能時部份變為熱能，使燈管昇溫造成燈管外空氣自然對流，可加速廢氣接觸光觸媒分解與脫附效果。若配合使用場合，如大廈空調，住家廁所排氣及冷氣機及電風扇，光觸媒空氣清淨螢光燈其效果更佳。

### 【實施方式】

本發明採用溶凝膠鍍膜技術於玻璃（包括陶瓷、碳材或金屬等）表面進行光觸媒材料鍍膜，經室溫空氣中乾燥，低溫（150~250°C）烘烤而成；若要提高廢氣處理效率，添加具氧化觸媒能力之貴金屬鹽或過渡金屬鹽於光觸媒溶膠中即可。此層光觸媒鍍膜在日光燈照射下產生自由電子洞對，此時觸媒表面之氧氣及水會接受電子洞對，產生具氧化能力之氫氧自由基，當此具氧化能力之氫氧自由基遇空氣中有機或無機氣體，則產生化學氧化還原與分解反應，在持續不斷的提供此具氧化能力氫氧自由基，可將空氣中有害廢氣分解至無害之氣體，主要為二氧化碳及水等。

其光觸媒反應機構說明如下：





平衡上述反應式  $(1) \times 3 + (2) \times 2 + (3) \times 3 + (4) \times 2 + (5) + (6) + (7) + (8) \times 4 = (9)$ ，從(9)平衡反應方程式中光觸媒分解空氣中廢氣(A)先以 $\bullet\text{OH}$ 與之反應為例：4 mole 之廢氣需用2 mole 水及1 mole 氧氣，因此光觸媒之反應需要水氣及氧氣兩成份，缺一不可，此種現象可從光觸媒分解水中有機物時，缺溶氧之水溶液反應效果差，同樣在空氣中缺水氣反應效果亦差，除非光觸媒分解空氣中廢氣後產物有 $\text{H}_2\text{O}$ 水，或廢氣 A 可與  $\text{h}^+$ 反應生成 $\bullet\text{A}$ 自由基及 $\text{H}^+$ 等產物，反應機構才能連續進行， $\bullet\text{A}$ 自由基再繼續與 $\bullet\text{O}_2^-$ 、 $\text{HO}_2^-$ 或 $\text{H}_2\text{O}_2$ 進行氧化反應分解。

以下將討論二氧化鈦銳鈦礦( $\text{TiO}_2$  Anatase)溶膠製備之各項要點。

因二氧化鈦銳鈦礦( $\text{TiO}_2$  Anatase)微粒在酸性  $\text{PH} < 2.5$  及鹼性  $\text{PH} > 7.0$  穩定性良好，故有酸性二氧化鈦銳鈦礦( $\text{TiO}_2$  Anatase)溶膠及鹼性二氧化鈦銳鈦礦( $\text{TiO}_2$  Anatase)被開發成功。因二氧化鈦銳鈦礦( $\text{TiO}_2$  Anatase)微粒溶膠，粒徑要小於 100nm 在製備時需配合螯合劑，使二氧化鈦銳鈦礦( $\text{TiO}_2$  Anatase)微粒溶膠，粒徑可控制於 100nm 以下。常採用無機酸及無機鹼調整  $\text{PH}$ ，進行水解後膠體解膠，為控制溶膠微粒形成之粒徑，亦常採用有機酸及有機鹼調整  $\text{PH}$ 。有機酸為  $\text{RCOOH}$ ，有機鹼有  $\text{R}_4\text{NOH}$  四級銨、 $\text{NR}_3$

三級銨兩類，亦常採用強螯合劑如： $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COR}$  有機酸丙酮、 $\text{RCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  肽氨基酸、 $\text{HOOCCH}(\text{R})\text{COOH}$  琥珀酸及  $\text{RC}_6\text{H}_3(\text{OCH}_3)\text{OH}$  香醇。其用量為  $\text{Ti}(\text{OR})_4$  摩爾比  $0.1 \sim 1.0$ 。使用時機在  $\text{Ti}(\text{OR})_4$  未水解時與之反應，大都產生反應生成  $\text{Ti}(\text{OR})_4\text{-SCA}$ ，SCA 為強螯合劑 (Strong Chelate Agent) 之簡稱，再加入水中或含醇之水溶液中水解得  $\text{H}_x\text{TiO}_{[(3-x)/2+x]}\text{-SCA}$ ，因螯合劑添加量小於  $\text{Ti}(\text{OR})_4$  摩爾量，水解後所得  $\text{H}_y\text{TiO}_{[(4-y)/2+y]}\text{-SCA}$  與  $\text{H}_x\text{TiO}_{[(3-x)/2+x]}\text{-SCA}$  混合成膠體。若直接將  $\text{Ti}(\text{OR})_4$  加入水中得  $\text{H}_y\text{TiO}_{[(4-y)/2+y]}$  膠體，再添加螯合劑，形成  $\text{H}_y\text{TiO}_{[(4-y)/2+y]}\text{-SCA}$  膠體亦可。

上述不論是  $\text{H}_y\text{TiO}_{[(4-y)/2+y]}$  與  $\text{H}_x\text{TiO}_{[(3-x)/2+x]}\text{-SCA}$  混合膠體或  $\text{H}_y\text{TiO}_{[(4-y)/2+y]}\text{-SCA}$  膠體，簡稱為  $\text{TiO}_2\text{-SCA}$  膠體。為配合  $\text{TiO}_2$  Anatase 微粒溶膠製備，先以酸或鹼調整 PH，採用之酸有  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$  等水溶液，調整膠體漿液  $\text{PH} < 2.5$ 。採用之鹼有  $\text{NH}_3$  或  $\text{NH}_4\text{OH}$  等水溶液，使其  $\text{PH} > 7.0$ 。部份  $\text{TiO}_2$  膠體調整 PH 後都開始解膠，但大部份需經加溫後快速解膠，解膠後  $\text{TiO}_2$  膠體會產生結晶態微粒。為得二氧化鈦銳鈦礦 ( $\text{TiO}_2$  Anatase) 微粒結晶需在解膠後，繼續昇高溫度達  $100^\circ\text{C}$  以上，熱浴得二氧化鈦銳鈦礦 ( $\text{TiO}_2$  Anatase) 微粒溶膠。所得二氧化鈦銳鈦礦 ( $\text{TiO}_2$  Anatase) 粒徑大小與螯合劑種類及用量有關，亦與解膠及熱浴時攪拌分散技術有關，採用高效率之均質技術可降低二氧化鈦銳鈦礦 ( $\text{TiO}_2$  Anatase) 微粒溶膠之粒徑。熱浴時溫度及時間都與二氧化鈦銳鈦礦 ( $\text{TiO}_2$  Anatase) 產率有關，溫度愈高或時間愈長二氧化鈦銳鈦礦 ( $\text{TiO}_2$  Anatase) 結晶結構愈完整。熱浴溫

度最高可達 250°C，但熱浴溫度愈高時間愈長，結晶成長愈大，其粒徑亦會大於 100nm。各種螯合劑及其用量與 PH 條件有關，可選擇適當之 PH 及熱浴溫度，進行 1 小時至 7 天之熱浴，得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠。

二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠一般為水溶液，在玻璃纖維布或玻璃纖維套管以浸鍍法鍍膜時，因水在玻璃表面揮發速率慢，表面張力大，故二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠不易均勻附著於玻璃纖維布或玻璃纖維套管表面。本發明採用之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，不論為酸性或鹼性製程所得，因二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)粒徑<20nm，其表面積大，故提高二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠之鍍膜性，在浸鍍時可均勻塗佈於玻璃纖維布或玻璃纖維套管表面。本專利亦採用醇溶劑，添加於二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠；或含醇之水溶液製得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，醇含量與水重量比小於 50 wt%，用以改進二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠鍍膜性及附著性。

同時本專利開發  $H_4TiO_4$  溶膠製備技術， $H_4TiO_4$  溶膠製備採用鈦醇鹽  $Ti(OR)_4$  為原料，可用之鈦醇鹽有甲醇鈦、乙醇鈦、正丙醇鈦、異丙醇鈦、丁醇鈦、2-丁醇鈦等，緩緩加入水中，用水量與鈦醇鹽摩爾比為 100~1000 倍，攪拌水解，如前所述得  $H_yTiO_{[(4-y)/2+y]}$  膠體漿液。上述漿液經過濾水洗，再過濾得  $H_yTiO_{[(4-y)/2+y]}$  膠體，再將  $H_yTiO_{[(4-y)/2+y]}$  膠體加入水中攪拌分散，用水量與鈦醇鹽摩爾比為 100~1000 倍，此  $H_yTiO_{[(4-y)/2+y]}$  膠體漿液以冰水冷卻低於 4.0°C，

緩緩加入  $H_2O_2$ (33 wt%)水溶液， $H_2O_2$  用量與鈦醇鹽摩爾比為 4.0，使  $H_yTiO_{[(4-y)/2+y]}$  水溶液溫度不超過 6°C，待  $H_yTiO_{[(4-y)/2+y]}$  於水中完全溶解為  $H_4TiO_4$  溶膠，呈土黃色透明水膠。為實用需要可將  $H_4TiO_4$  濃度調整為 1.0wt%，以 PP 塑膠桶透氣貯存於 4°C 冰箱內備用，簡稱為  $H_4TiO_4$  溶膠。

採用  $H_4TiO_4$  溶膠加入二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠時， $H_4TiO_4$  添加量與二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)重量比為 0~10%，添加時二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠需用冰水冷卻低於 4°C，攪拌均勻後亦貯存於 4°C 冰箱內備用，在二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)膠中摻配中性  $H_4TiO_4$  溶膠因黏度提高，在日光燈玻璃管外鍍膜，經 100~250°C 烘烤，不會降低二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)鍍膜孔隙度，但可提高二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)鍍膜厚度、附著性及堅固度。

經過 上述方法製得之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，在 FT-Raman 分析其 Raman shift 光譜如圖(十)所示。以  $TiO_2$  Anatase 20wt% 溶膠液體直接量測，1060nm 雷射 750mW 照射，得 Raman shift  $204\text{cm}^{-1}$ 、 $398\text{cm}^{-1}$ 、 $515\text{cm}^{-1}$  及  $638\text{cm}^{-1}$  有分離性高，強度大的波峰，幾乎與固體二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)粉末之 Raman shift 光譜圖(九)一致。且在 DLS 雷射粒徑分析其粒徑分佈在 10nm 左右，如圖(十一)所示。以目前所得各式二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，品質佳光觸媒功能強之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，用在相同玻璃纖維布或玻璃纖維套管外鍍膜，鍍膜厚度相同時，可見光光觸媒分解廢氣能力

最強。

在二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠中若要添加其他光觸媒成份，包括  $WO_3$ 、 $ZnO$ 、 $SnO_2$ 、 $Fe_2O_3$  等成份可採用無機或有機鹽，無機鹽有鹵化物及硝酸鹽等，有機鹽有醋酸鹽及醋酸丙酮鹽等可溶解於醇溶劑為要素。溶解後之醇溶液可經蒸發除水後，再加醇溶劑溶解，得  $WO_3$ 、 $ZnO$ 、 $SnO_2$ 、 $Fe_2O_3$  之前驅物醇溶液。亦可以溶凝膠技術製得其奈米氧化微粒或結晶微粒溶膠，將  $Mo_x$  前驅物醇溶液或奈米氧化微粒或結晶微粒溶膠，依需求量添加，其重量比  $Mo_x/TiO_2 = 1~100\%$ ，製得二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)光觸媒鍍膜混成溶膠。

本發明為提高光觸媒鍍膜對廢氣處理能力及效率，如有機物中含鹵元素、氯元素、磷元素及硫元素等，需於光觸媒溶膠中添加氧化觸媒，常用之氧化觸媒有貴金屬類及過渡金屬類，貴金屬通常以金屬元素或奈米微粒狀態存在，如  $Pd$ 、 $Pt$ 、 $Au$  或  $Ag$  等，以貴金屬鹽溶液或奈米貴金屬微粒溶膠為原料。過渡金屬常以氧化物存在如  $MoO_3$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $V_2O_5$ 、 $CeO_2$  或  $Cr_2O_3$  等，以過渡金屬鹽溶液或過渡金屬氧化物奈米微粒溶膠為原料。此類氧化觸媒在光觸媒中含量 0~10.0 重量%，因該氧化觸媒自身具氧化空氣廢氣之能力，亦可捕捉光觸媒受光照射產生之自由電子、電子洞，延長電子及電子洞存留時間，增加對  $O_2$  及  $H_2O$  作用效率，產生之活性基  $•OH$ 、 $H^+$ 、 $O_2^-$ 、 $HO_2•$ 、 $OH^-$  等物質，待廢氣物質接近時，釋放供氧化還原反應所需，提高光觸媒之能力與效率。

以下將討論玻璃纖維光觸媒鍍膜技術之各項資料及其要點。

本發明光觸媒空氣清淨螢光燈所用之二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠光觸媒鍍膜纖維，採用溶凝膠鍍膜技術進行各式無機或金屬纖維鍍膜。在溶凝膠鍍膜技術中可對纖維或纖維束直接鍍膜，亦可待纖維編織後再鍍膜。因纖維及纖維束經溶膠鍍膜燒結後，可直接沾膠絞合成不織布使用，若需經編織為布時可能受到編織機零件磨損剝落。宜採用纖維編織布直接溶膠鍍膜烘烤，製得光觸媒鍍膜纖維布及套管。

本發明光觸媒空氣清淨螢光燈，為保持螢光燈照明功效，不希望螢光燈可見光被不透明物吸收，故採用石英或玻璃為纖維材料，配合一般玻璃纖維編織布及套管為光觸媒鍍膜載體，如此螢光燈照射在光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布及套管時，大部份可見光穿透，部份近紫外線及藍光可被光觸媒鍍膜吸收，進行光觸媒廢氣氧化還原分解。

採用石英玻璃或一般玻璃纖維經上述二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠光觸媒鍍膜及含奈米氧化觸媒之結構說明：若單支玻璃纖維<1>進行光觸媒鍍膜<2>後如第一圖(A)所示，鍍膜結構為二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)銳鈦礦微結晶<7>，四週佈滿奈米微小孔隙路徑<6>，如第一圖(B)所示，在鍍膜表面及內部小孔隙路徑中吸附很多奈米微細氧化觸媒<3>，如第一圖(C)所示。

若採用多支玻璃纖維束<5>進行二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠光觸媒鍍膜<2>後如第二圖(C)所示，在

光觸媒鍍膜結構同樣具有二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)銳鈦礦微結晶<7>及奈米微小孔隙路徑<6>，在鍍膜表面及內部小孔隙路徑中吸附很多奈米微細氧化觸媒<3>。若採用玻璃纖維編織布及套管<4>進行光觸媒鍍膜<2>後如第二圖(A)所示，得到光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布及套管<41>如第二圖(B)所示，其上光觸媒鍍膜結構同樣具二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)銳鈦礦微結晶<7>及奈米微小孔隙路徑<6>，在鍍膜表面及內部小孔隙路徑中吸附奈米微細氧化觸媒<3>。

以下將討論空氣清淨螢光燈製作技術之各項資料及其要點。

本發明空氣清淨螢光燈是將上述光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布包覆於螢光燈管外，包覆方式可採用卷繞式、套盒式或套管式，如第三圖所示，使用直管螢光燈管<11>，將光觸媒鍍膜玻璃纖維布<41>卷繞於管外，平卷一圈或兩圈後，在兩端及裁邊上膠固著，可採用耐紫外線之矽膠或玻璃膠膠合固定於玻璃管外如第三圖(A)所示或將二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)鍍膜玻璃纖維套管<44>穿套於直式螢光燈管外，以熱收縮膠環固定於燈管兩端鋁座上，如第五圖<A>、<B>所示。

使用圓管螢光燈管<12>，將光觸媒鍍膜玻纖維布製成套盒<42>套於圓管式螢光燈管外，如第三圖(B)所示，或將鍍膜玻纖維套管<44>穿套環螢光燈管外，以熱收縮膠環固定於燈管固定座兩端，如第五圖(C)所示。使用U型螢光燈管<13>，將光觸媒鍍膜玻璃纖維布製成套筒<43>於U

型螢光燈管外，如第三圖<C>所示。或將光觸媒鍍膜玻璃纖維套管<44>穿套於U型螢光燈管外，以熱收縮膠環固定於燈管固定座，如第五圖<D>所示。

本發明光觸媒空氣清淨螢光燈，為保持原螢光燈照明之功能，可將螢光燈管直接包覆光觸媒鍍膜玻璃纖維布及套管，直管螢光燈全管包覆光觸媒鍍膜玻璃纖維布<411>，如第四圖(B)所示。此光觸媒空氣清淨螢光燈剖面如第四圖(A)所示。螢光燈結構是以鈉鈣玻璃管<112>兩端以真空密封，兩端加熱燈絲<113>內充微量水銀，外接加熱燈腳<114>，再以鋁套頭<115>膠封燈管而成。光觸媒鍍膜玻璃纖維布<41>四邊上透明雙面膠膜<116>卷繞於螢光燈管外固定，再以快乾紫外線膠<117>如第六圖(A)封邊即可。直管日光燈亦可套光觸媒鍍膜玻璃纖維套管<44>，如第五圖(B)所示，此光觸媒空氣清淨螢光燈剖面如第五圖(A)所示，光觸媒鍍膜玻璃纖維套管<44>套於螢光燈管外，以熱收縮膠環<118>固定，全管套封如<412>所示。

本發明光觸媒空氣清淨螢光燈，是採用光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布及套管，包覆或穿套於螢光燈管，當螢光燈於空氣中點亮後即產生清淨空氣之功能，不論光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布在直管螢光燈<11>，圓管螢光燈<12>，U型螢光燈管或卷管型螢光燈<13>外包覆，其作用是需要有下列三個條件存在(一)螢光燈管點亮發420~700nm可見光及少量近紫外線365nm及405nm，穿過玻璃燈管照在光觸媒鍍膜上。(二)空氣中含有水氣及可被光觸媒分解之廢氣，經鍍膜玻璃纖維編織布及套管上之大孔隙擴散至光照射

之光觸媒鍍膜上。(三)經光觸媒作用分解空氣中廢氣，產生無害之氣體，與空氣經鍍膜玻璃纖維編織布及套管上之大孔隙擴散出去。

有關本發明光觸媒空氣清淨螢光燈，在直管螢光燈管外包覆光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布或套管後，廢氣處理時空氣<sup>(21)</sup>中含有機或無機有害廢氣<sup>(22)</sup>，通常空氣中都含有水氣  $H_2O$ <sup>(23)</sup>及二氧化碳<sup>(24)</sup>，如第六圖(A)所示，由鍍膜玻璃纖維布及套管<sup>(41)</sup>外，經大孔隙擴散進入鍍膜玻璃纖維布及套管與燈管間空隙，當日光燈之光源照射在光觸媒鍍膜<sup>(2)</sup>產生電子洞對與空氣中氧及水<sup>(23)</sup>結合，產生 $\cdot OH$ 自由基，再與空氣中有害氣體<sup>(22)</sup>進行氧化還原分解反應，其反應如式(1)~式(8)所示，其反應平衡方程式(9)所示，其反應生成物包含水<sup>(23)</sup>，二氧化碳<sup>(24)</sup>及其他氣體<sup>(25)</sup>，配合空氣中扣除部份氧<sup>(21')</sup>，未反應廢氣<sup>(22')</sup>，剩於水氣<sup>(23')</sup>及二氧化碳總量<sup>(24')</sup>，一起經由鍍膜玻璃纖維布<sup>(41)</sup>及套管<sup>(44)</sup>經大孔擴散離開鍍膜玻璃纖維布及套管，在本發明光觸媒空氣清淨螢光燈上氣體，擴散說明如第六圖(B)所示，其玻璃纖維束<sup>(5)</sup>上光觸媒鍍膜<sup>(2)</sup>，在光源照射時反應物及生成物變化，如第六圖(C)所示。

以下將討論光觸媒空氣清淨螢光燈應用實例之各項資料及其要點。

本發明光觸媒空氣清淨螢光燈之特點，採用開放式使用，用時依週邊設施之配合，分為自然對流與強迫對流兩式。依安裝方式，又分為水平安裝與垂直安裝兩種。採用

開放安裝即空氣清淨螢光燈，不需密閉在容器中，靠導管將廢氣經泵浦導入或吸出廢氣處理反應器，祇需依照燈具安裝即可。因螢光燈在點亮時兩端加熱燈絲有熱能傳至燈管，且螢光燈上電能轉換可見光過程，部份能量消耗為熱能也傳到燈管上，故當螢光燈點亮後燈管上有一定的熱能傳出，因此光觸媒空氣清淨螢光燈可靠此熱能對空氣產生自然對流與擴散之能量。

以光觸媒空氣清淨螢光燈水平懸掛時，空氣自然對流使光觸媒空氣清淨螢光燈底部之空氣 $<21>$ 往上流動，部份擴散進入光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布 $<41>$ 及套管 $<44>$ 與直管日光燈 $<11>$ 之間隙，經光觸媒及光線作用氧化還原分解後，再擴散離開鍍膜玻璃纖維布 $<41>$ ，未參與反應氣體部份延著間隙向上擴散或向外擴散，最後空氣 $<21'>$ 伴隨水氣 $<23'>$ 、二氧化碳 $<24'>$ 、剩於廢氣 $<22'>$ 及反應產生成氣體 $<25>$ 向上擴散及自然對流離開光觸媒空氣清淨日光燈；而整體空間氣體也靠氣體擴散及自然對流來不斷處理空氣中廢氣，其說明如第七圖 $<A>$ 所示。

當光觸媒空氣清淨螢光燈垂直懸掛時，其狀況如第七圖 $<C>$ 所示，空氣自然對流與擴散，基本與水平放置相似，但因垂直懸掛，產生自然對流現象較強，對氣體擴散效果亦較好，廢氣處理能力較佳，若配合燈具導管 $<8>$ ，效果更好，其狀況如第七圖 $<B>$ 所示，此外導管採用透光材料，其內徑需大於螢光燈管，適當內徑為日光燈管外徑2倍以上，而此套管長度與螢光燈管長度相等既可。

若為配合強迫空氣對流可以導管方式內部安裝，本發

明光觸媒空氣清淨螢光燈如放置位置在空氣流動之空間或導管中，例如空調系統之進出口或風管內、廁所之抽氣燈座上，安裝於風扇或具鼓風機強迫對流風道進出位置，可利用外界空氣強迫對流加強廢氣處理之功效，其說明如第八圖樣(A)、(B)所示。

發明製作實例將由以下說明之。

本發明光觸媒空氣清淨螢光燈製作技術，於玻璃纖維布及玻璃纖維套管表面進行二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠光觸媒鍍膜後，包覆或套於各式螢光燈上，製得光觸媒空氣清淨螢光燈，點燈時具有良好照明功效，並可有效清淨環境空氣，如廢氣分解、除臭消煙、殺菌抑菌及自清防污之效能。

二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠，其成份包含  $TiO_2$ 、 $WO_3$ 、 $ZnO$ 、 $SnO_2$  或  $Fe_2O_3$  之奈米微粒或奈米結晶微粒，但其中至少有一成份為二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米結晶微粒為主成份。以  $Ti(OR)_4$  醇鹽為原料，於含醇之水溶液中製備奈米結晶微粒二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠。採用酸性法製備之各式二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，為提高光觸媒鍍膜厚度、附著性及堅固度，添加  $H_4TiO_4$  溶膠，添加量為  $H_4TiO_4 / TiO_2$  Anatase = 0 ~ 10 wt%。亦可採用鹼性法製備之各式二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，為提高光觸媒鍍膜厚度、附著性及堅固度，添加  $H_4TiO_4$  溶膠，添加量為  $H_4TiO_4 /$  二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase) = 0 ~ 10 wt%。

採用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠於玻璃

纖維布及玻璃纖維套管表面，進行光觸媒溶膠鍍膜，其材質需為可見光及近紫外線可穿透之玻璃或石英，以單支玻璃纖維或玻璃纖維束，經編織法或熔接法製得具多孔性、透光性及卷繞性之玻璃纖維布及玻璃纖維套管。二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠於玻璃纖維布及玻璃纖維套管表面進行光觸媒鍍膜，可使該觸媒與該玻璃維布產生化學鍵結合，因此光觸媒鍍膜不易自玻璃纖維布及玻璃纖維套管剝落。

為提高光觸媒功效摻配氧化觸媒成份，包含奈米貴金屬或奈米過渡金屬氧化物，可於二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠製備時直接加入，或以光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管，含浸或噴灑貴金屬或奈米過渡金屬氧化物溶液，以烘乾法將奈米貴金屬或過渡金屬氧化物吸附或滲透於光觸媒中，即可加強該光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管於光觸媒空氣清淨螢光燈之效率。摻配奈米貴金屬氧化觸媒成份，包含 Pd、Pt、Au 或 Ag 等貴金屬鹽溶液，或 Pd、Pt、Au 或 Ag 等奈米貴金屬微粒溶膠，但其含量與二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)重量比，少於 0.1 wt%。摻配過渡金屬氧化物成份，包含 Mo、Nb、V、Ce 或 Cr 等過渡金屬鹽溶液，或 Mo、Nb、V、Ce、Cr 等過渡金屬氧化物之奈米微粒或奈米結晶微粒溶膠，但其含量較二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)少。

所得之光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管包覆於螢光燈管外，依螢光燈管形狀，可設計及剪裁所需光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管之尺寸，採用緊密卷繞

固定式包覆，或先製成套管後再穿套。採用耐紫外線膠、熱收縮膠管、縫接或雷射燒結技術，將光觸媒鍍膜玻璃纖維布或玻璃纖維套管固定於各式螢光燈外，製得光觸媒空氣清淨螢光燈。所用螢光燈可發 420~700nm 波長可見光及少量 365nm、405nm 近紫外線，供照明及光觸媒清淨空氣所需之光源。

製得之光觸媒空氣清淨螢光燈，採用開放式使用，該光觸媒空氣清淨螢光燈點亮時具有良好之照明功效，同時以產生之熱能，加熱空氣造成空氣自然對流，並經該光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布及玻璃纖維套管之孔隙，擴散進入該螢光燈管與光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管之間隙，進行光觸媒氧化還原分解，再自然對流經該光觸媒鍍膜玻璃纖維或玻璃纖維套管孔隙，擴散離開該光觸媒空氣清淨螢光燈。光觸媒空氣清淨螢光燈可選擇橫式裝設或直式裝設，而直式裝設時加裝外套，外套內徑為螢光燈管 2 倍以上，長度相等之導管上下透空，可增加光觸媒空氣清淨螢光燈產生之自然對流效果，增加光觸媒空氣清淨螢光燈效率。

#### 實例 1：

本實例採用酸性 4wt% 二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，進行玻璃纖維套管光觸媒鍍膜，剪裁所需光觸媒鍍膜玻璃纖維套管之尺寸，穿套於直管螢光燈外，採用熱收縮膠管將光觸媒鍍膜玻璃纖維套管固定於螢光燈外，製得光觸媒空氣清淨螢光燈。所用之螢光燈有 38W-DEX 及 32W-DBL 等。製作之光觸媒空氣清淨螢光燈，進行有機氣

體乙酸丁酯分解速率量測。在 5 公升反應系統中注入 5.0 $\mu$ l 乙酸丁酯，採用 FTIR 量測反應系統空氣中乙酸丁酯氣體濃度變化，進行光觸媒空氣清淨螢光燈點燈時對乙酸丁酯分解速率量測。38W-DEX 螢光燈包覆酸性 4wt% TiO<sub>2</sub> Anatase 溶膠光觸媒鍍膜玻璃纖維套管，對乙酸丁酯分解速率常數為 0.120 min<sup>-1</sup>，32W-DBL 螢光燈包該光觸媒鍍膜玻璃纖維套管，對乙酸丁酯分解速率常數為 0.2567 min<sup>-1</sup>。

#### 實例 2：

本實例採用鹼性 20wt% 二氧化鈦銳鈦礦 (TiO<sub>2</sub> Anatase) 溶膠，進行玻璃纖維套管光觸媒鍍膜，剪裁所需光觸媒鍍膜玻璃纖維套管之尺寸，穿套於直管螢光燈外，採用熱收縮膠管將光觸媒鍍膜玻璃纖維套管固定於螢光燈外，製得光觸媒空氣清淨螢光燈。所用之螢光燈有 38W-DEX 及 32W-DBL 等。製作之光觸媒空氣清淨螢光燈，進行有機氣體乙酸丁酯分解速率量測。在 5 公升反應系統中注入 5.0 $\mu$ l 乙酸丁酯，採用 FTIR 量測反應系統空氣中乙酸丁酯氣體濃度變化，進行光觸媒空氣清淨螢光燈點燈時對乙酸丁酯分解速率量測。38W-DEX 螢光燈包覆該光觸媒鍍膜玻璃纖維套管，對乙酸丁酯分解速率常數為 0.1581 min<sup>-1</sup>，32W-DBL 螢光燈包覆該光觸媒鍍膜玻璃纖維套管，對乙酸丁酯分解速率常數為 0.2765 min<sup>-1</sup>。

其他各式螢光燈亦可採用本專利敘述及提供之方法，不論採用二氧化鈦銳鈦礦 (TiO<sub>2</sub> Anatase) 溶膠、二氧化鈦銳鈦礦 (TiO<sub>2</sub> Anatase) 混成溶膠 (其成份包含 TiO<sub>2</sub>、WO<sub>3</sub>、ZnO、SnO<sub>2</sub> 或 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等)、二氧化鈦銳鈦礦 (TiO<sub>2</sub> Anatase)

溶膠摻配奈米貴金屬或奈米過渡金屬氧化物，於玻璃纖維布及玻璃纖維套管表面進行光觸媒鍍膜，再包覆或套於各式螢光燈上，製得類似光觸媒空氣清淨螢光燈。用於照明或環境空氣清淨。雖未詳述備及，皆為本專利所及。

### 【圖式簡單說明】

第一圖 A、第一圖 B、第一圖 C：光觸媒鍍膜玻璃纖維表面  
觸媒鍍膜結構示意圖。

第二圖 A、第二圖 B、第二圖 C：玻璃纖維編織布表面光觸  
媒鍍膜結構示意圖。

第三圖 A、第三圖 B、第三圖 C：各式螢光燈管形狀及光觸  
媒鍍膜玻璃纖維編織布包覆方式示意圖。

第四圖 A、第四圖 B：直管螢光燈表面光觸媒鍍膜玻璃  
纖維編織布包覆方式示意圖。

第五圖 A、第五圖 B、第五圖 C、第五圖 D：各式螢光燈  
表面光觸媒鍍膜玻璃纖維編織套管套封方式  
示意圖。

第六圖 A、第六圖 B、第六圖 C：光觸媒空氣清淨螢光燈  
廢氣分解機構示意圖。

第七圖 A、第七圖 B、第七圖 C：光觸媒空氣清淨螢光燈  
開放式安裝，自然對流狀態下空氣流動及擴  
散示意圖。

第八圖 A、第八圖 B：光觸媒空氣清淨螢光燈開放式安  
裝，強迫對流狀態下空氣流動及擴散示意圖。

第九圖：二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)粉末 Raman 光譜圖。

第十圖：二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠 Raman 光譜圖。

第十一圖：二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠 DLS 粒徑分佈

圖。

【元件符號說明】

玻璃纖維	1 光觸媒鍍膜	2
氧化觸媒微粒	3 玻璃纖維編織布	4
玻璃纖維紗束	5 光觸媒鍍膜小孔隙	6
光觸媒 $TiO_2$ Anatase 鍍膜	7 燈具外導管	8
直管式螢光燈	11 圓管式螢光燈	12
U型管螢光燈	13 空氣	21
廢氣	22 水	23
二氧化碳	24 其他氣體	25
光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布		41
光觸媒鍍膜玻璃纖維布套盒		42
光觸媒鍍膜玻璃纖維布套筒		43
光觸媒鍍膜玻璃纖維套管		44
鈉鈣玻璃管	112 螢光燈加熱絲	113
螢光燈加熱燈腳	114 螢光燈鋁套	115
透明雙面膠膜	116 快乾紫外線膠	117
熱收縮膠套	118	
螢光燈管全管包覆光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布		411
螢光燈管全管套封光觸媒鍍膜玻璃纖維編織套管		412

## 拾、申請專利範圍：

1. 一種光觸媒空氣清淨螢光燈製作之方法，係於玻璃纖維布及玻璃纖維套管表面進行二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠光觸媒鍍膜後，包覆或套於各式螢光燈上，以製得光觸媒空氣清淨螢光燈；藉由該方法所製成之光觸媒空氣清淨螢光燈，於點燈時具有良好照明功效，並可有效清淨環境空氣，具有廢氣分解、除臭消煙、殺菌抑菌及自清防污之效能；該光觸媒空氣清淨螢光燈製作之程序，係包括下列步驟：

- (1) 採用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠於玻璃纖維布及玻璃纖維套管表面進行光觸媒溶膠浸鍍後；
- (2) 經烘烤製得光觸媒鍍膜之玻璃纖維布及玻璃纖維套管；
- (3) 將該光觸媒鍍膜之玻璃纖維布及玻璃纖維套管可再含浸貴金屬或過渡金屬溶液；
- (4) 經烘烤製得摻貴金屬或過渡金屬氧化物之光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管；
- (5) 將(2)或(4)光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管裁剪所需尺寸，包覆或穿套於各式螢光燈外；及
- (6) 採用耐紫外線膠、熱收縮膠管、縫接或雷射燒結技術，將光觸媒鍍膜玻璃纖維布或玻璃纖維套管固定於各式螢光燈外，製得光觸媒空氣清淨螢光燈。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中所指二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠，其成份包含  $TiO_2$ 、 $WO_3$ 、 $ZnO$ 、 $SnO_2$  或  $Fe_2O_3$  之奈米微粒或奈米結晶微粒，但其中至少有一成份為二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米結晶微粒為主成份，且由  $Ti(OR)_4$  醇鹽為原料，於含醇之水溶液中製備奈米結晶微粒二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠。

3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中所指奈米結晶微粒二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，採用酸性法製備之各式二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，且為提高光觸媒鍍膜厚度、附著性及堅固度，添加  $H_4TiO_4$  溶膠，添加量為  $H_4TiO_4 / TiO_2$  Anatase = 0 ~ 10 wt%。

4. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中所指奈米結晶微粒二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，採用鹼性法製備之各式二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)溶膠，且為提高光觸媒鍍膜厚度、附著性及堅固度，添加  $H_4TiO_4$  溶膠，添加量為  $H_4TiO_4 / TiO_2$  Anatase = 0 ~ 10 wt%。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中所指玻璃纖維布及玻璃纖維套管，其材質需為可見光及近紫外線可穿透之玻璃或石英，且係以單支玻璃纖維或玻璃纖維束，經編織法或熔接法製得具多孔性、透光性及卷繞性之玻璃纖維布及玻璃纖維套管。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中採用

二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠，於玻璃纖維布及玻璃纖維套管表面進行光觸媒鍍膜，可使該觸媒與該玻璃維布產生化學鍵結合；藉由該化學鍵，使得光觸媒鍍膜不易自玻璃纖維布及玻璃纖維套管剝落。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中為提高光觸媒功效摻配氧化觸媒成份，係包含奈米貴金屬或奈米過渡金屬氧化物，且於二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠製備時直接加入，或以溶液含浸，或噴灑於光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管後；再以步驟(4)進一步包括：以烘烤法將奈米貴金屬或過渡金屬氧化物吸附或滲透於光觸媒中；藉由上述步驟以達成加強該光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管於光觸媒空氣清淨螢光燈之效率。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中所指二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠，為提高光觸媒功效摻配氧化觸媒成份，進一步包含Pd、Pt、Au或Ag等貴金屬鹽溶液，或Pd、Pt、Au或Ag等奈米貴金屬微粒溶膠，且其含量與二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)重量比，少於0.1 wt%。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中所指二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)混成溶膠，為提高光觸媒功效摻配氧化觸媒成份，進一步包含Mo、Nb、V、Ce或Cr等過渡金屬鹽溶液，或Mo、Nb、V、Ce、Cr等過渡金屬氧化物之奈米微粒或奈米結晶微粒

溶膠，且其含量較二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)少。

10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中所得之該光觸媒鍍膜玻璃纖維布及該玻璃纖維套管係包覆於螢光燈管外，且依螢光燈管形狀，可設計及剪裁所需光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管之尺寸，或進一步採用緊密卷繞固定式包覆，或先製成套管後再穿套。

11. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該螢光燈可發420~700nm波長可見光及少量365nm、405nm近紫外線，供照明及光觸媒清淨空氣所需之光源。

12. 如申請專利範圍第1項之方法，該製得之光觸媒空氣清淨螢光燈，藉由採用二氧化鈦銳鈦礦( $TiO_2$  Anatase)奈米結晶微粒溶膠及其混成溶膠，於玻璃纖維布及玻璃纖維套管鍍膜，包覆或穿套於螢光燈管外，可被螢光燈發出之紫外線激發產生光觸媒作用，亦可螢光燈發出之可見光激發產生光觸媒作用，達成點燈時具有良好照明功效，並可有效清淨環境空氣，如廢氣分解、除臭消煙、殺菌抑菌及自清防污之效能。

13. 一種空氣清淨方法，係使用如申請專利範圍第1項方法製得之光觸媒空氣清淨螢光燈，其方法步驟如下：

(1)採用自然對流開放式使用，利用該光觸媒空氣清淨螢光燈點亮時具有良好之照明功效，同時

以產生之熱能，加熱空氣造成空氣自然對流；

(2) 經該光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布及玻璃纖維套管之孔隙，擴散進入該螢光燈管與光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管之間隙，進行光觸媒氧化還原分解；及

(3) 再自然對流經該光觸媒鍍膜玻璃纖維或玻璃纖維套管孔隙，擴散離開該光觸媒空氣清淨螢光燈。

14. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其中該光觸媒空氣清淨螢光燈可選擇橫式裝設或直式裝設，而直式裝設時加裝透明或光之外套，外套內徑為螢光燈管 2 倍以上，長度相等之導管上下透空；藉由以上之設置，可增加光觸媒空氣清淨螢光燈產生之自然對流效果，增加光觸媒空氣清淨螢光燈效率。

15. 一種空氣清淨方法，係使用如申請專利範圍第 1 項方法製得之光觸媒空氣清淨螢光燈，其方法步驟如下：

(1) 採用強迫對流開放式使用，利用該光觸媒空氣清淨螢光燈安裝於風扇或具鼓風機強迫對流風道進出位置，且該光觸媒空氣清淨螢光燈點亮時，具有良好之照明功效，配合風扇或鼓風機啟動，將空氣強迫對流經過光觸媒空氣清淨螢光燈；

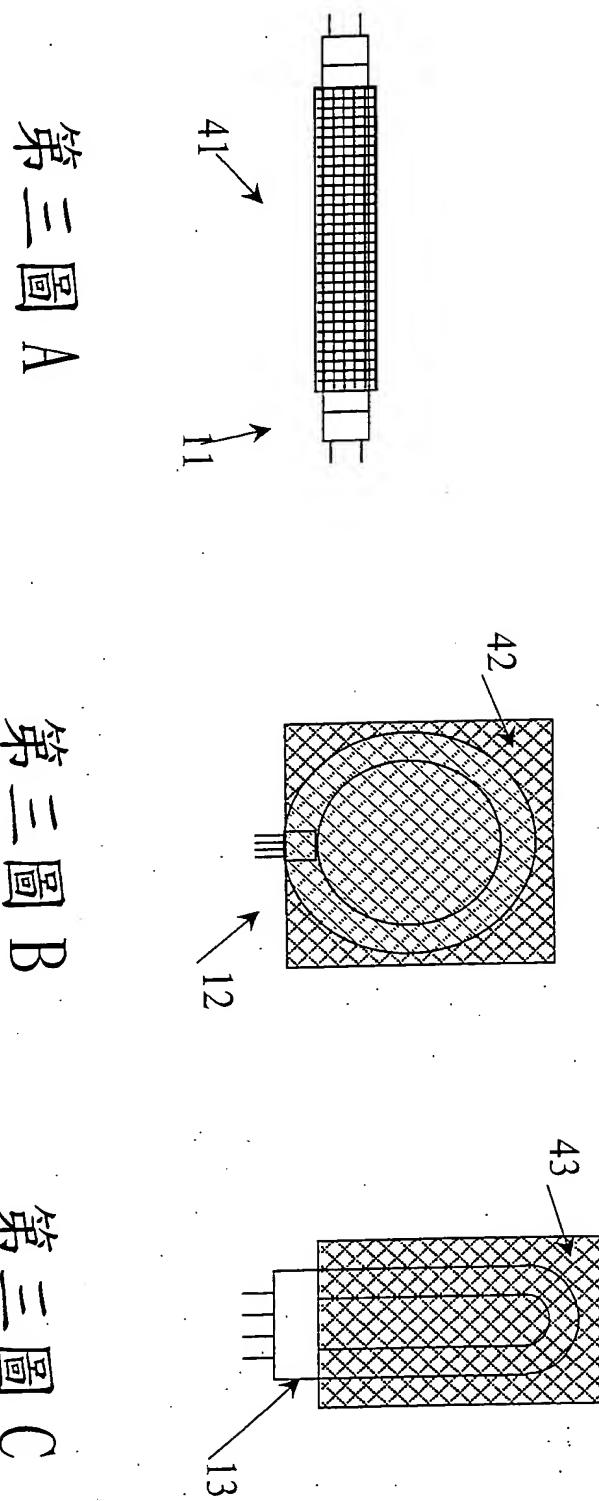
(2) 空氣吹向該光觸媒鍍膜玻璃纖維編織布及玻璃纖維套管之孔隙，進入該螢光燈管與光觸媒鍍膜玻璃纖維布及玻璃纖維套管之間隙，進行光觸

媒氧化還原分解；及

(3)再經該光觸媒鍍膜玻璃纖維或玻璃纖維套管孔隙，擴散離開該光觸媒空氣清淨螢光燈。

16. 如申請專利範圍第 15 項之方法，其中該光觸媒空氣清淨螢光燈可安裝於具風扇或鼓風機強迫對流之透明或透光風管中，其內徑為螢光燈管 2 倍以上；藉由以上之設置強制空氣流經該光觸媒空氣清淨螢光燈，用於照明同時清淨空氣。

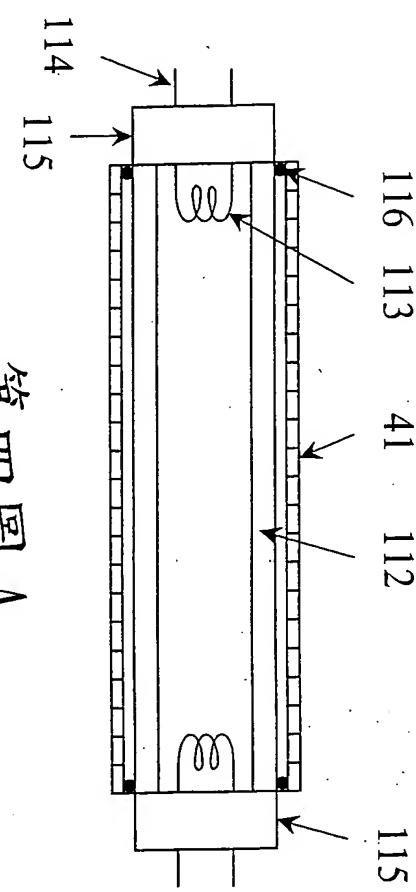
式圖



第三圖 A

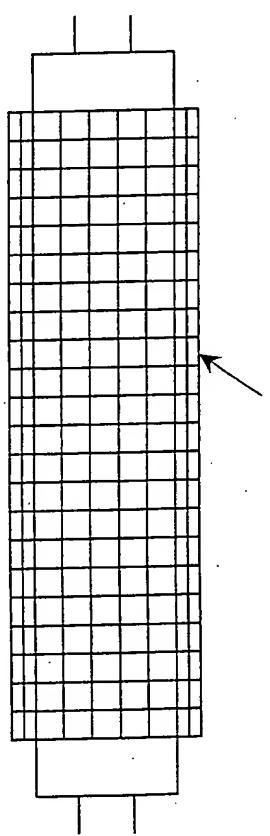
第三圖 B

第三圖 C

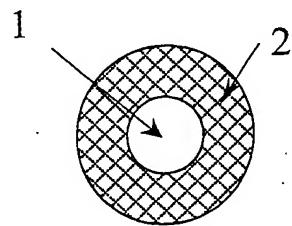


第四圖 A

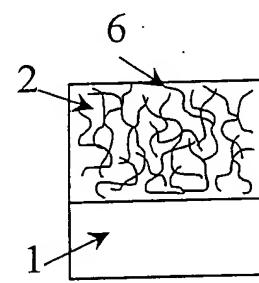
第四圖 B



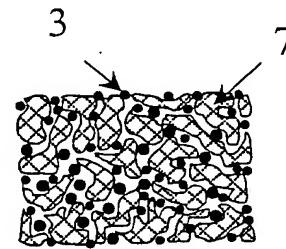
圖式



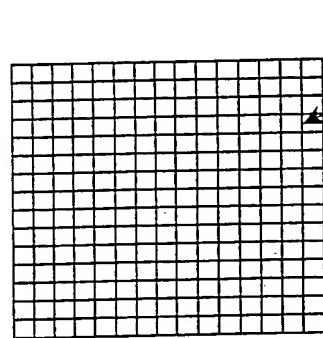
第一圖 A



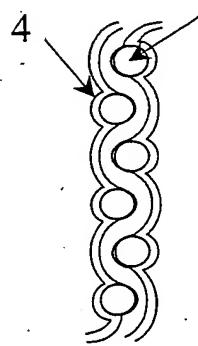
第一圖 B



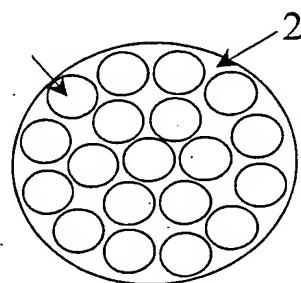
第一圖 C



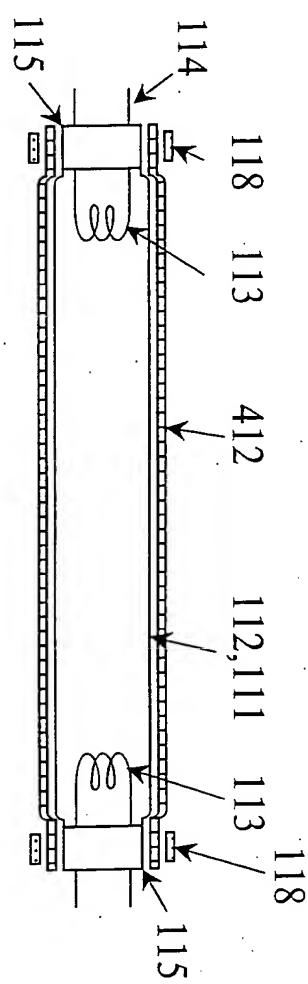
第二圖 A



第二圖 B

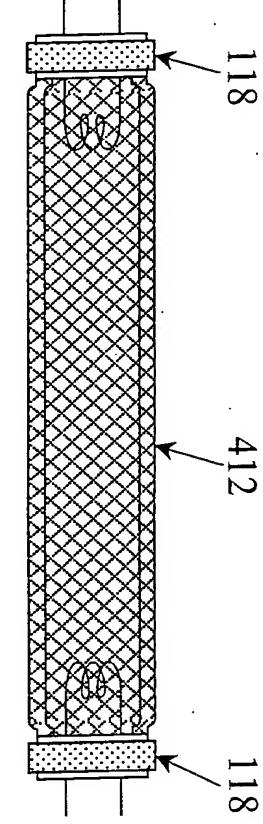


第二圖 C

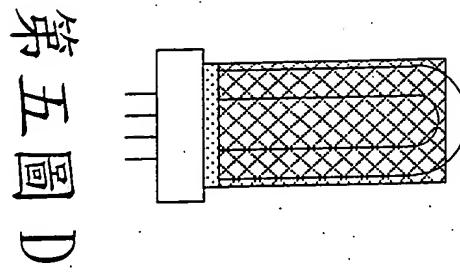


第五圖 A

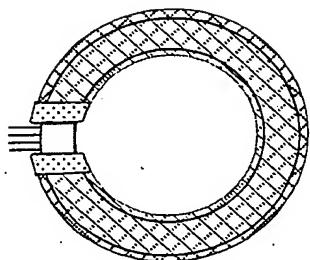
第五圖 B

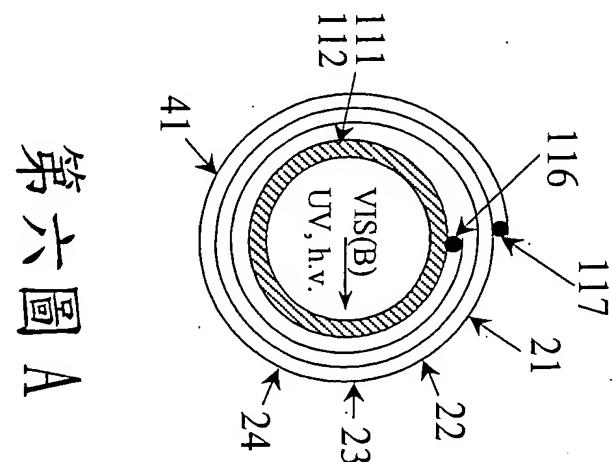


第五圖 C

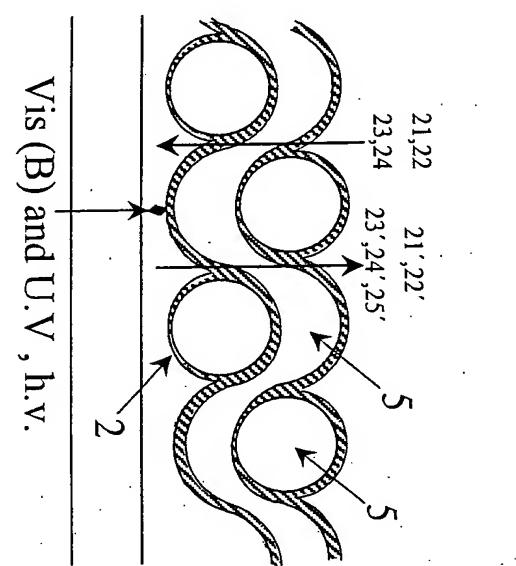


第五圖 D

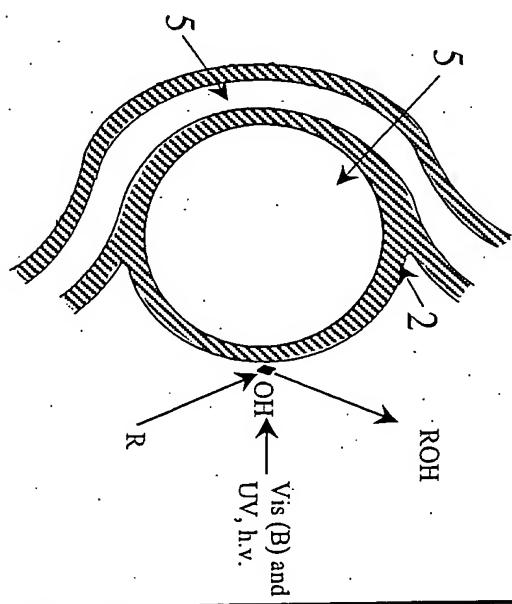




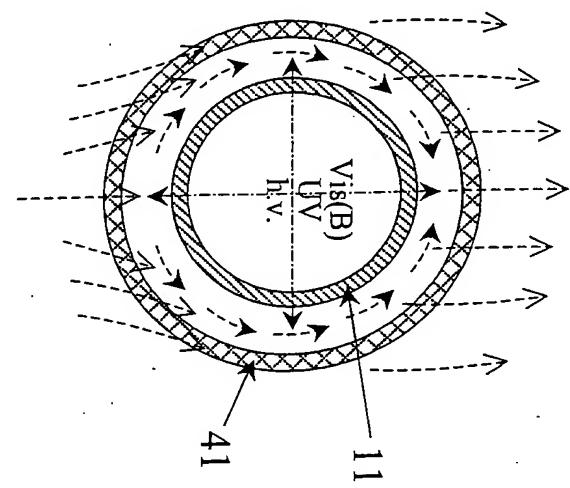
第六圖 A



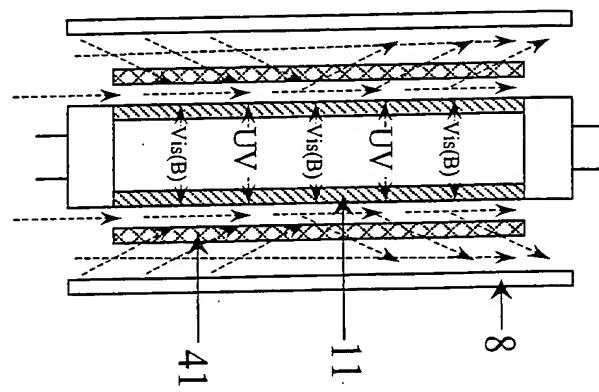
第六圖 B



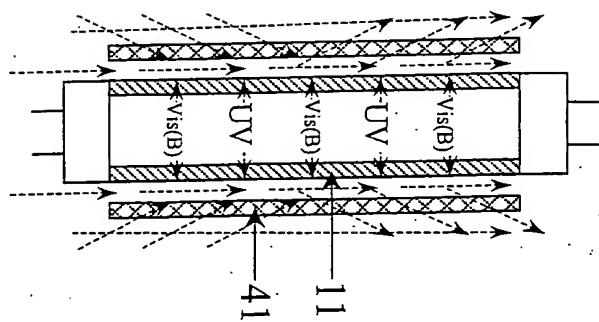
第七圖 A



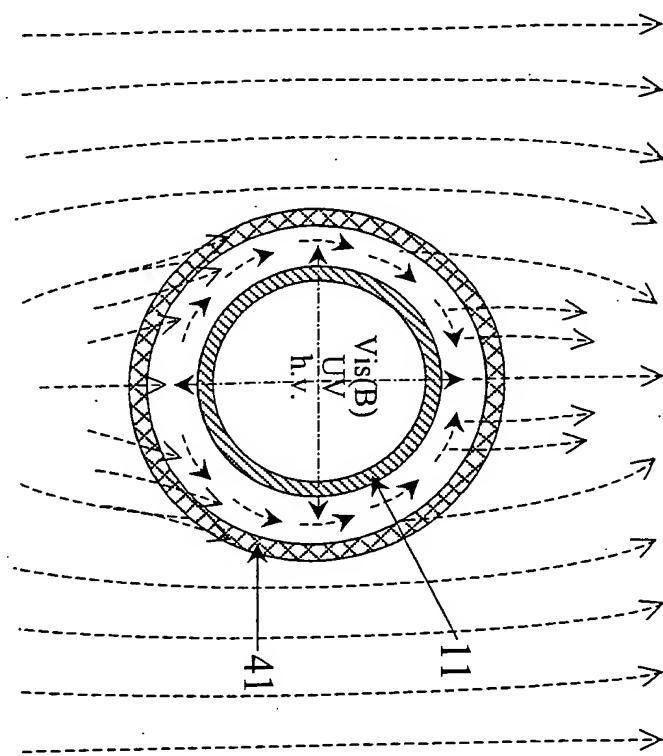
第七圖 B



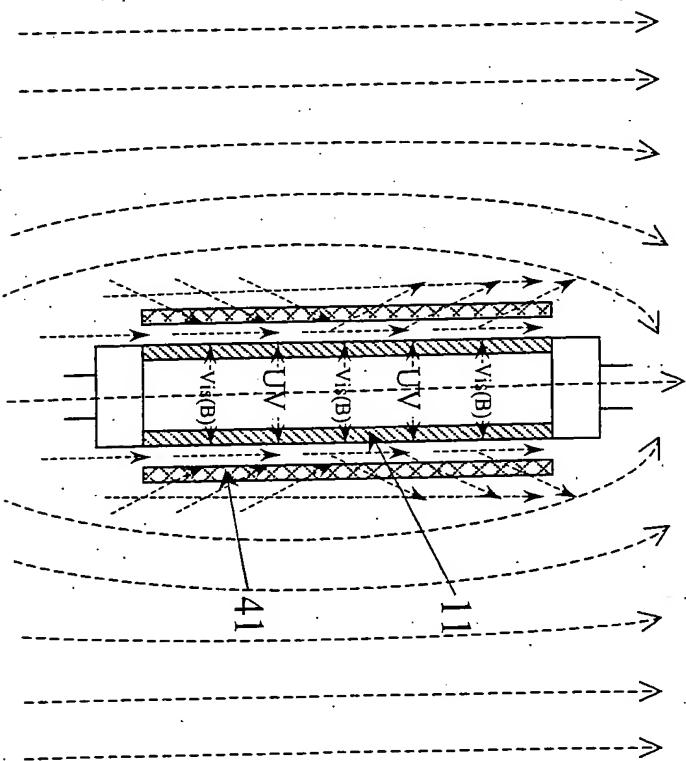
第七圖 C

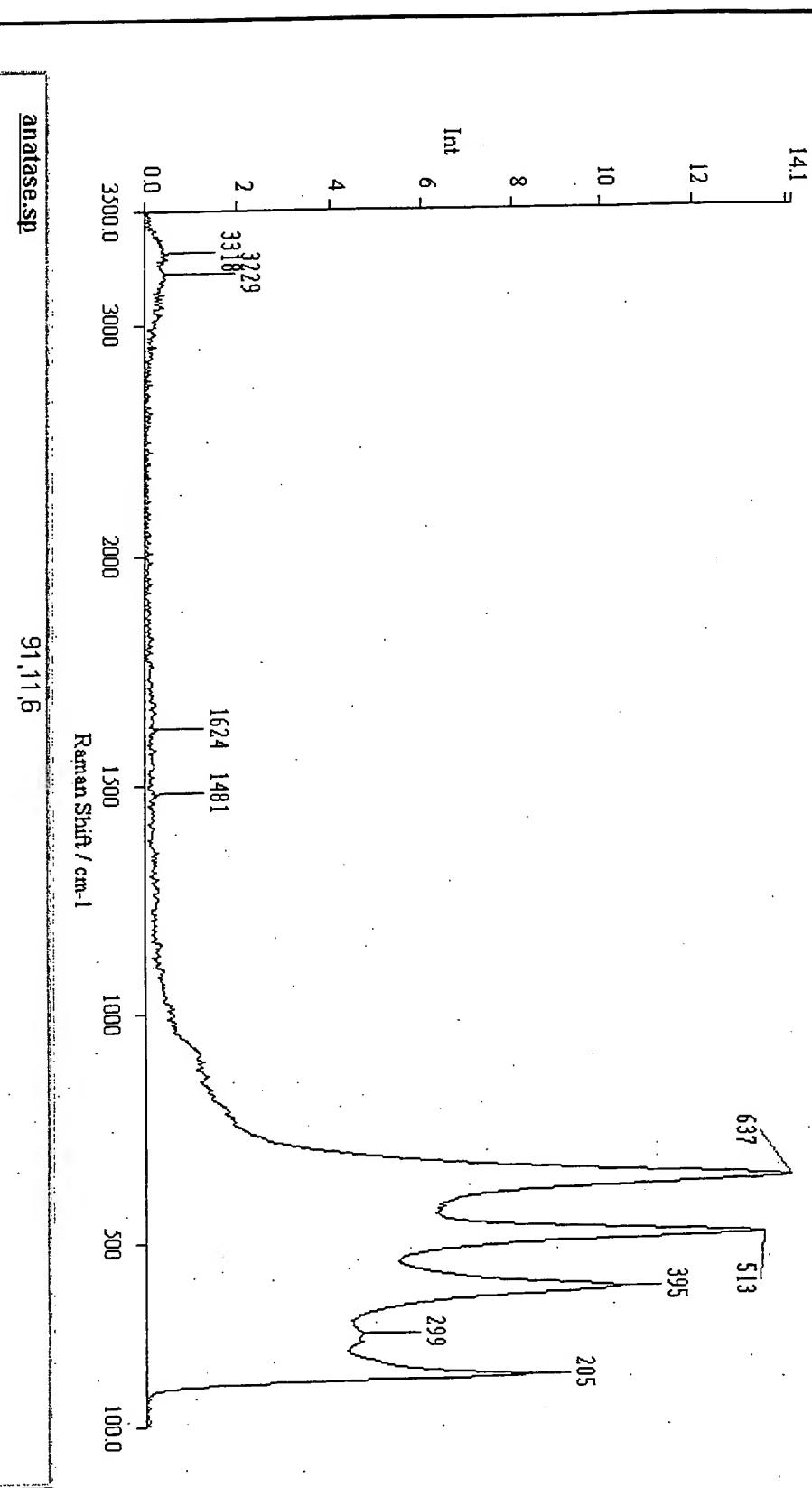


第八圖 A



第八圖 B

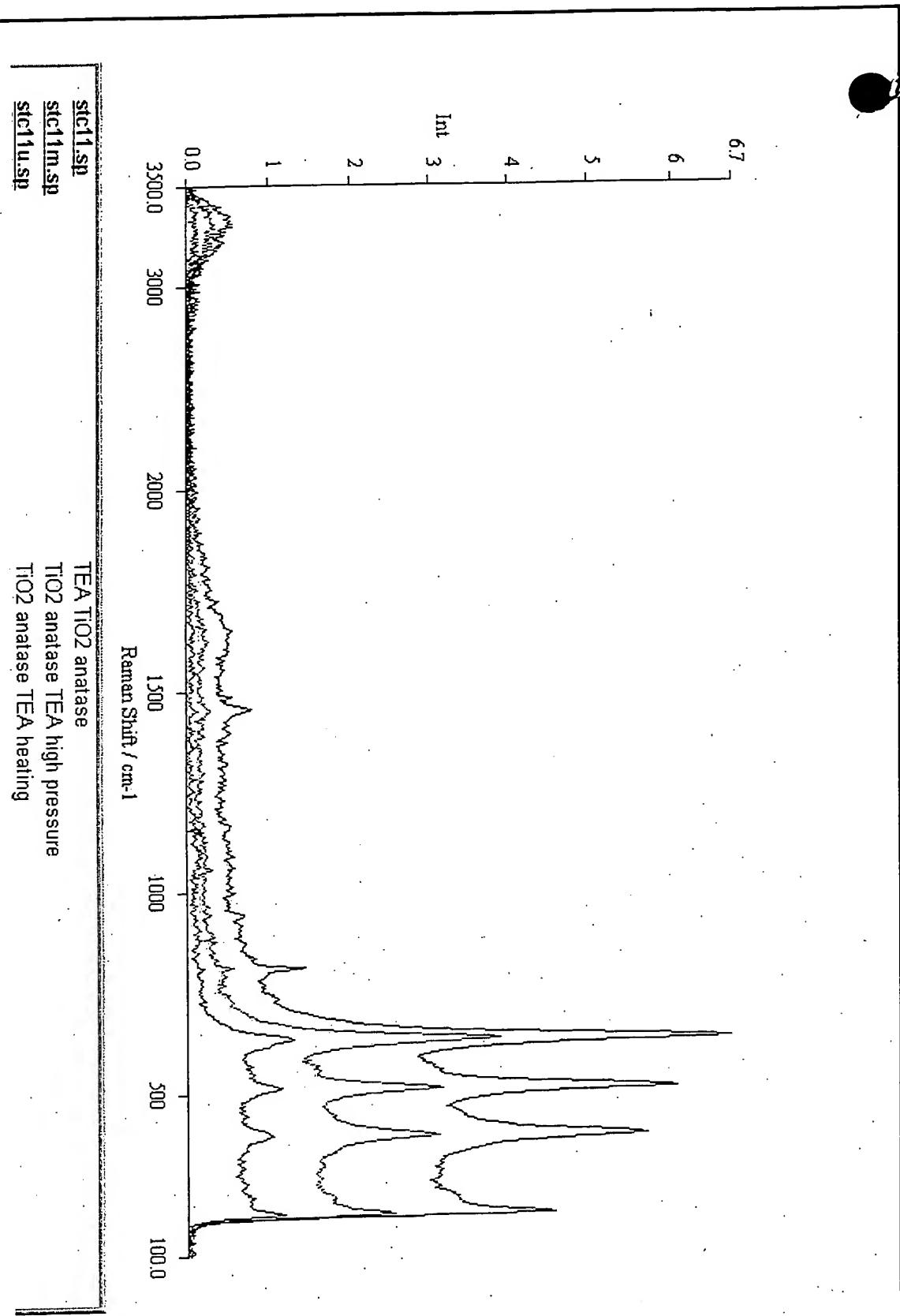




anatase.sp

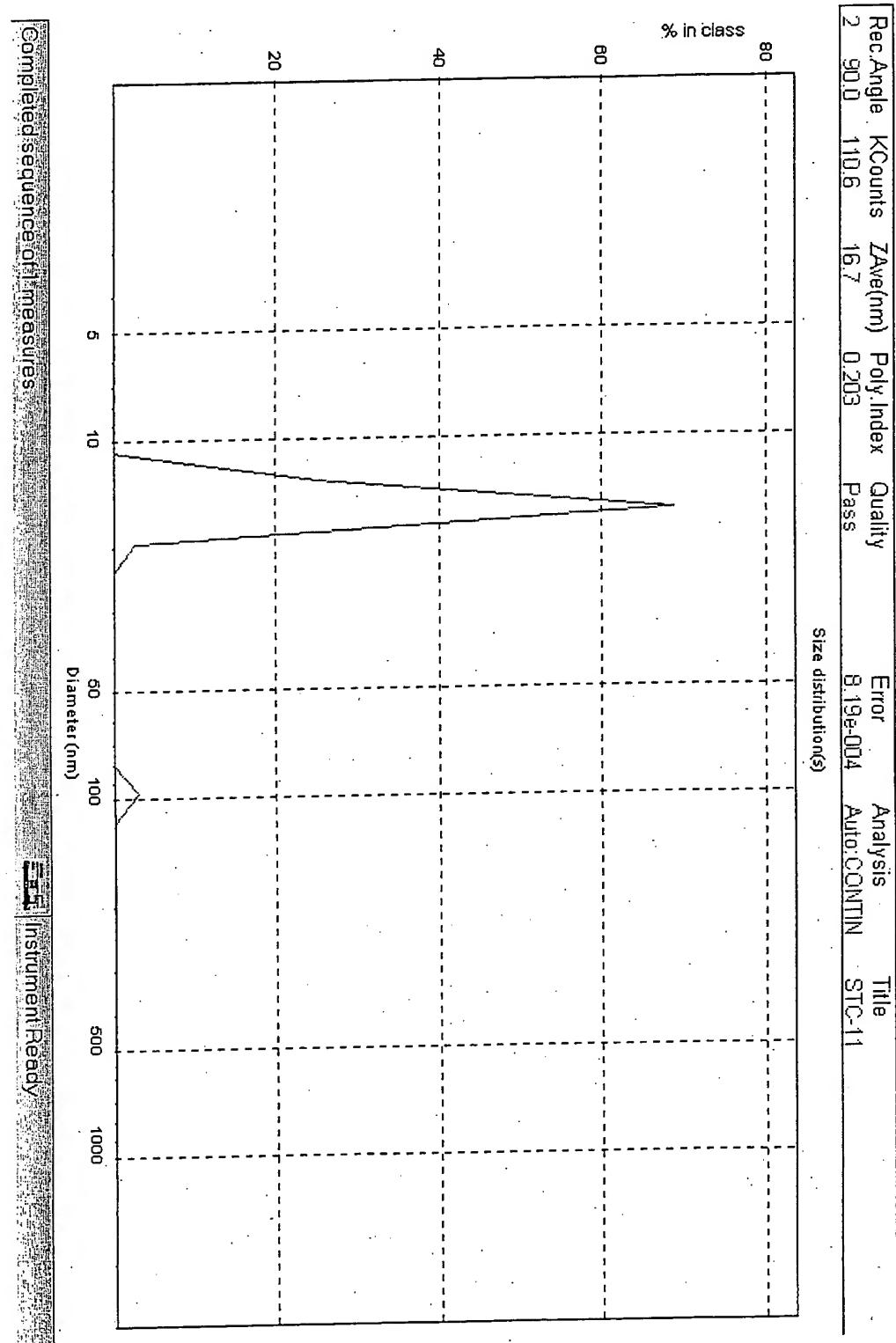
91,11,6

第九圖



第十圖

式圖



Completed sequence of measures

Instrument Ready

第十一圖